## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

[1]-(3)

(11)Publication number:

08-062498

(43)Date of publication of application: 08.03.1996

(51)Int.CI.

G02B 15/16

(21)Application number: 06-218181

(71)Applicant : RICOH CO LTD

(22)Date of filing:

19.08.1994

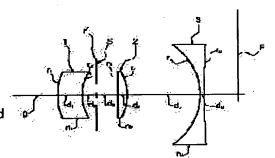
(72)Inventor: KOIZUMI HIROSHI

## (54) TWO GROUP ZOOM OPTICAL SYSTEM

## (57)Abstract:

PURPOSE: To provide a two group zoom optical system having a zoom lens (focal distance of 40 to 60mm) with aberrations being corrected, and FNO. in a range of about 6 to 9, irrespective of an arrangement of two group and three lenses.

CONSTITUTION: A two group optical system uses a diffractive index distribution type lens of an axial type in which the refractive index varies in the axial direction as any one of two unit lenses constituting a front lens group, and an uniform medium type spherical lens made of medium having a uniform refraction index is used for either of the remaining two unit lenses including a rear lend group 3. In one arrangement, the front lens group is composed of a first negative lens 1 and a second positive lens 2, a refractive index distribution type lens being used for the first lens 1 so as to enhance the freedom of aberration correction design during correction of spherical aberration, astigmatism and distortion aberration, achromatism and the like, in comparison with the case in which only a uniform medium type lens is used.



### **LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

# **终**窟 (18) 日本国各部庁 (1 b)

## € 鞿 称群公 噩

# **特開平8-62498**

(11)格群田鹽公園毎年

(43)公開日 平成8年(1996)3月8日

技術表示箇所

F

广内整理番号

**建到西** 

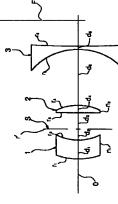
G02B 15/16 (51) Int C.

(全13月) **存金組収 米額水 館水坂の数6 FD** 

(71) 出國人 000006747		会社リコー内・弁理士・其田・大学部	
<b>丫頭</b> 用(1.1)	(72) 発明者	(74)代理人	
<b>岭区平6</b> —218181	平成6年(1994)8月19日		
(21)出版等号	(22) 出版日		

# (54) 【発明の名称】 2醇ズーム光学学

が安化するアキシャルタイプの屈が卑分布型ァンズを用 団が率分布型レンズを用いて、球面収益・非点収差・ [目的] 2時3枚の構成にも拘らず、階収差が良好に から成る哲群レンズ群のいずれかに、光軸方向に屈折率 を用いる。1つの構成例は、前群レンズ群を負の第1レ ンメ1と圧の祭2 ワンメ2 から権政し、終1 ワンメ1 に 曲収整・色収整等の補正時における収差補正散計の自由 【構成】 いの2群メーム光学Kは、2枚の単位ワンメ **で、彼群レンメ群3を名む扱る2枚の単位ワンメにいず たも 囲が母が一様な様質かの扱めも質様質型祭旧 フンメ** 度を均質媒質型レンズのみを用いた場合よりも増すよう 番形されたメーム比(独成距離40㎜~60㎜)、F kg が約8~9クラスの2群ズーム光学系を提供する。



## 【特許群状の範囲】

**ズおよび第3フンズが、いずれも屈折率が一様な媒質か** 【開求項1】 物体側に配置された負の屈折力を持つ第 「レンズと校りを挟んでその後方に配置された正の屈折 力を持つ第2レンズとにより正の屈折力を有する前群レ ンズ群を構成し、所定の可変軸上問隔を隔れてこの前群 フンズ群の後方に配置され且し角の屈折力を持し第3 ア ンズにより後群レンズ群を構成し、しかも、前配前群レ ら成る均質媒質型レンズとして構成されていることを特 ンズ群と前配後群レンズ群との可変軸上間隔を狭めなが の哲咒馗フン/群を回越的に物体倒に物勢させることに より、短焦点距離倒から曼焦点距離倒にズーミングを行 シ2群3枚構成の2群メーム光学米であった、 哲記第1 ワンズが、光軸方向に屈折率が変化するアキシャルタイ プの屈折率分布型ワンズとして構成され、前配第2レン 散とする 2 群ズーム光学系。

関に凸面を向けたメニスカスレンズとして形成されてい ることを特徴とする請求項1に記載された2群ズーム光

1丁目3番6号 株式

17月3番6号

【散水項3】 前配第1レンズは、その物体側面と光軸 との交点のd線およびg線の屈折率をそれぞれndobお よびngob とし、また、像側面と前配光軸との交点のd 像およびg 線の屈折率をそれぞれndia およびngia と し、さらに、ひょれぞ、

の数式を満足するような屈折率分布を有するように構成 したことを特徴とする請求項1または2に記載された2 と定義したとき、前記第1レンズに関して  $0.7 < \triangle v_{\rm grd} < 0.85$ 

られている。

【酵水項4】 物体側に配置された正の屈折力を持つ第 **力を持つ第2 シンズとにより正の屈折力を有する前群レ** ンズ群を構成し、所定の可変軸上間隔を隔ててこの前群 **フンズ群の後方に配置され且し角の屈折力を持し類3フ** 1 レンズと絞りを挟んでその後方に配置された正の屈折 群ズーム光学系。

ンズ群と前記後群レンズ群との可変軸上間隔を狭めなが ら成る均質媒質型ワンズとして構成されていることを特 ソズにより後群ワンズ群を構成し、しかも、前配前群レ **も前記両レンズ群を回期的に物体側に移動させることに** より、短焦点距離倒から長焦点距離側にメーミングを行 う2群3枚構成の2群ズーム光学系であって、前配第2 レンズが、光軸方向に屈折率が変化するアキシャルタイ プの屈折率分布型レンズとして構成され、 煎配第1レン ズおよび第3レンズが、いずれも屈折率が一様な媒質か **散とする2群ズーム光学系。** 

【酵水項5】 前記第1レンズがその物体図面が物体図 いむ面を向けたメニスカスレンズとして形成され、且

の、前配第2レンズがその像園面が像側に凸面を向けた メニスカスレンズとして形成されていることを特徴とす る請求項4に配載された2群メーム光学系。

**存配中08-062498** 

(5)

【間水項 8】 「前配第2レンズは、その物体図面と光軸 との交点のd線およびg線の屈折率をそれぞれndabお よびngob とし、また、像側面と前配光軸との交点のd 線およびg 線の屈折率をそれぞれndia およびngia と し、さらに、 △ッgra 巻、

neis - neis

と定義したとき、前記第2レンズに関して

の数式を満足する屈折率分布を有するように構成したこ とを特徴とする請求項4または5に記載された2群ズー 1.6 < △v<sub>g-d</sub> < 1.8

[発明の詳細な説明]

[0001]

【産業上の利用分野】本発明は、2群メーム光学系に関 トカメラに搭載して好適な2群メーム光学系の改良、特 つ、より
禁笛には、
アンズツャッタ
カメー
時の
ロンパク にズーム比の大きい2群3枚構成の2群メーム光学系に 関するものである。

ンズを搭載することが多くなって米ているが、搭載する **可変焦点式撮影レンズとしては、変倍用のコンパータレ 回変式にするタイプの撮影ワンズと、メーム光学Kを用** いて焦点距離を可変式にするタイプの撮影レンズとが知 【従来の技術】近年、コンパクトカメラに対する性能向 上の要留に伴い、コンパクトカメラに可変焦点式撮影レ ンズを撮影光軸に対して挿脱することにより焦点距離を [0002]

ム光学祭は、図51に示すように、絞りるを挟んで互い 【0003】この場合、メーム光学米には、コストを低 域する関係から比較的構成の簡単な、所限2群メーム光 **学系が用いられるのが普通である。そして、この2群ズ** 一ム光学系の一倒として特隅平 2- 6917号公報に開示さ の凹面を向けるような状態で光学系の物体側に配置され た第1および第2の正メニスカスレンズ1および2から から成る後群レンズ群との2群3枚構成のメーム光学系 れた2群3枚構成のメーム光学系がある。この2群メー 成る前群レンズ群と、可変軸上間隔を隔れて第2の正メ **ロスカスワンズ2の後方に配置された第3の負ワンズ3** として構成されている。 【0004】そした、哲群レンズ群(1、2)と後群レ ンズ群 (3) との可変軸上間隔を詰めながら共に前方に 移動することで短棋点距離から現焦点距離へのメーミン グを行い得るように構成され、さらに、第1の正メニス カスレンズ1の像倒面と第2の正メニスカスレンズ2の 両面と第3の負レング3の物体側面との4面に非球面を

終用した器食物の種用を行っている。

[0000]

号公報の2階ズーム光学系の場合には、2群3枚の構成 [発明が解決しようとする瞑題] ところで、全ての単位 **フンメに鮖炉母が一様なフンメ(以下、「毡質様質到フ** が、例えば1.3程度という比較的小さい光学系に対し ては比較的容易に収益補正を行い得るので、約1.36 という小さいメーム比しか符たない特別 42-6917 ンズ」という)を用いたズーム光学系では、ズーム比 でも収る程度の収益補正が可能になる。

ズーム光学系において、全ての単位レンズに均質媒質型 比を従来のものより大きくしようとすると、メーム比が なければならなくなるため、酷収益の良好な補正が極め ためには、今迄知られていた補正手段以外の特別な手段 【0008】しかしながら、レンズの構成枚数が少ない 大きへなるにしれて各々の単位ワンズの屈折力を強へし **て困難になるという大きな問題が生じる。従って、2 群** 3枚構成のメーム光学茶において、メーム比を、例えば 1/5組度に大きくしながら且つ良好な収整補正を行う **フンズを用い、 且し、 酷収遊を小さく抑えながらメーム** が必要となる。 【0007】本発明は、このような事情に鑑みてなされ の構成の2群メームアンズに比べた、採旧収扱・非点収 たもので、2群3枚の構成にも拘らず、従来の2群3枚 数・蚕曲収整・コマ収整・色収整等がいずれも良好に補 (焦点距離40m~60m)、Fig. が約6~9クラス 正され、しかも、コンパクト化されたメーム比1.5 の2群ズーム光学系を提供することを目的とする。

の屈折力を持つ第1レンズと絞りを挟んでその後方に配 力を有する前群レンズ群を構成し、所定の可変軸上間隔 移動させることにより、短魚点距離側から長魚点距離側 [映題を解決するための手段] 上配の目的を違成するた めに、請求項1に記載の発明は、物体側に配置された負 置された正の屈折力を枠の第2 レンズとにより正の屈折 **<b><b>格隔**トトにの**前**はレンズ群の後方に配置され且**り**負の屈 **折力を持り気3 アンズにより後群ワンズ群を構成し、し かも、 在配付群レンズ群と柱配後群レンズ群との可変軸 上間隔を狭めながら柱配阿 レンズ辞を回扱的に物体圏に** [0008]

た、 哲的第2 フンズおよび第3 フンズが、 いずれも 屈扩 母が一様な媒質から成る均質媒質型ワンメとした様成が にズーミングを行う2時3枚構成の2群メーム光学系で るアキシャルタイプの風折率分布型レンズとして構成さ もした、柱記算コフンズが、光軸方向に屈左母が狡化す 【0009】また、請水項2に配載の発明は、前配第1 れていることを印徴とするものである。

[0010] また、静水項3に配像の発明は、前配第1

カスレンズとして形成されていることを特徴とするもの

フンメだ、小のも存室旧がも存息に凸面か向けたメース

像側面と前配光軸との交点のd線およびg線の屈折率を レンズは、その物体図面と光軸との交点の d 線および g 線の屈折率をそれぞれndob およびngob とし、また、 それぞれndia およびngiaとし、さらに、△ッgd

と定義したとき、前配第1レンズに関して

 $0.7 < \Delta v_{\rm grd} < 0.85$ 

の数式を徴足するような屈折率分布を有するように構成

[0011] また、請求項4に記載の発明は、物体側に したことを特徴とするものである。

より正の屈折力を有する前群レンズ群を構成し、所定の 畏魚点距離側にメーミングを行う 2 群 3 枚構成の 2 群ズ 一ム光学祭であって、前記第2レンズが、光軸方向に屈 配置された正の屈折力を持つ第1 レンズと絞りを挟んで その後方に配置された正の屈折力を持つ第2レンズとに 可変軸上間隔を隔ててこの前群レンズ群の後方に配置さ **た且し気の屈だ力を替り餌3フンズにより後群フンズ群** を構成し、しかも、前配前群レンズ群と前配後群レンズ 眸との可変軸上間隔を狭めながら前配両レンズ群を同規 的に物体側に移動させることにより、短焦点距離側から 折率が変化するアキシャルタイプの屈折率分布型レンズ いずれも屈折率が一様な媒質から成る均質媒質型ワンズ として権成され、晳配第1ワンズおよび第3レンズが、 として構成されていることを特徴とするものである。

**スレンズとして形成され、且つ、前配第2レンズがその** 像側面が像側に凸面を向けたメニスカスレンズとして形 【0012】また、請求項5に記載の発明は、前配第1 フンズがその物体回面が物体回に凸面を向けたメニスカ 成されていることを特徴とするものである。

アンズは、その物体側面と光軸との交点の d 鍛および g 像側面と前配光軸との交点のd級およびg線の屈折率を [0013]また、請水項6に記載の発明は、前記第2 **敬の屈折率をそれぞれndab およびngab とし、また、** それぞれndia およびngiaとし、さらに、△ッgd

の数式を徴足する屈折率分布を有するように構成したこ 7 定義したとき、前記第2 レンズに関して とを特徴とするものである。 1.6 < △v<sub>grd</sub> < 1.8

[0014]

【作用】上配のように構成される群ズーム光学系は、光 された後群レンズ群とが、両レンズ群間の可変軸上間隔 を狭めながら同期的に物体側に移動することにより短魚 学系の先頭に配置された前群レンズ群とその後方に配置

たは第2レンズのいずれかに、光軸方向に屈折率が変化 点距離回から長魚点距離回にメーミングを行い得るよう 後群レンズ群を含む残る2枚のレンズに、いずれも屈折 率が一様な媒質から成る均質媒質型レンズを用いること に構成してある。 前群レンズ群を構成する第1レンズ虫 するアキシャルタイプの屈折率分布型レンズを採用し、 を特徴とする。

【0015】この場合、第1の発明では、負の屈折力を ズを用い、さらに、好ましくは、第1レンズをその物体 **闽面が物体側に凸面を向けたメニスカス形状に形成する** 棒つ第 1 レンズにアキシャルタイプの屈折率分布型レン と共に、その軸上厚を第2レンズの軸上厚よりも大きく 設定するようにする。

【0016】そして、この屈折率分布型レンズの屈折率 分布を、第1レンズの物体側面と光軸との交点のd線お 像側面と光軸との交点のd線およびg線の屈折率をそれ よびg線の屈折率をそれぞれndob およびngob とし、 ぞれn dim およびngim とし、△vg-d を、

 $0.7 < \Delta v_{g-d} < 0.85$ 

【0017】このように、第1レンズの形状をメニスカ 相殺して賭収差を良好に補正している。さらに、第1レ 加えて光軸方向に屈折率を変化させ得ることができるか ら、球面収差・非点収差・歪曲収差・コマ収差・色収差 に対する収差補正設計の自由度を、均質媒質型レンズの ス形状にすることにより、絞りの前後で発生する収差を ンズにアキシャルタイプの屈折率分布型レンズを用いる と、第1レンズの物体側面および像側面での屈折作用に みを用いた場合よりも増すことが可能になる。 の数式を満足するように設定じている。

大きくすることで、絞りに近いレンズ系全系の中心部で カス形状の第1レンズ1の回面回の分散を凸面回よりも [0018]加えて、この第1レンズ1に、「0.7 < △〃┏┙ < 0.85 」の条件を付すことにより、メニス 色収差を良好に補正するようにしている。

正の屈折力を持つ類2 レンズにアキシャルタイプの屈折 母分布型レンズを用い、さらに、第1レンズをその物体 関面が物体側に凸面を向けたメニスカス形状に形成する と共に、第2レンズもその像側面が像側に凸面を向けた メニスカス形状に形成し、しかも、第1の発明の場合と は逆に、第2 レンズの軸上厚を第1 レンズの軸上厚より 【0019】一方、請求項4に記載の第2の発明では、 も大きく散定するようにする。

分布を、第2レンズの物体側面と光軸との交点のd線お また、像側面と前配光軸との交点のd線およびg線の屈 【0020】そして、この屈折率分布型レンズの屈折率 よびg線の屈折率をそれぞれndob およびngob とし、

析率をそれぞれndm およびngm とし、さらに、△ッ ¥ú P

1.6 < △ v end < 1.8 と定義したとき、

の数式を満足するように設定している。

に形成して、核りの前後で発生する収整を相殺して酷収 **整を良好に補正している。さらに、第2レンズにアキシ** ズの物体図面および像図面での阻折作用に加えて光軸方 向に屈折率を変化させ得ることができるから、第1の発 明の場合と同様に、球面収整・非点収整・歪曲収整・コ **媒質型レンズのみを用いた場合よりも地すことが可能に** の各々のワンズ形状を、互いに逆向きのメニスカス形状 **ャルタイプの屈折學分布型ワンズを用いると、第2ワン** マ収整・色収差に対する収整補正設計の自由度を、均質 【0021】このように、年1ワンズおよび年2ワンメ

ることで、色収差を良好に補正故りに近いレンズ系全系 のように構成することにより、第1の発明および第2の ら、賭収差の補正時における収差補正設計の自由度を増 状の類2フンズの回面側の分散を凸面側よりも大きくす 発明では、いずれも、コスト上の問題に考慮を払いなが し、前群レンズ群で発生する色収差を実用上差し支えの の中心部で色収差を良好に補正するようにしている。こ 【0022】 加光た、この郑2ワンズに「 1.6 < △ゥ rd < 1.8 」の条件を付すことにより、メニスカス形 ない一定の衛囲内に哲えるようにしている。

いずれも、短焦点距離から要焦点距離にメーミングする ンズの周辺側へと移動して正の球面収整を発生する傾向 ≥ 70 」の条件を付与することにより、後群レンズ群で **にしれて後群ワンズ群を通る軸上光束の概さが徐々にフ** の色収整の発生を実用上小さな値に抑えるようにもなし にもるのを、無3フンズの光学材料のアッパ数に「~。 [0023] なお、第1および第2の発明においては、

[0024]

び作用を説明するが、以下の説明において「レンズ」と いうのは、いずれも球面レンズを云い、また、使用する 【 東 塩 倒 】 以 下 、 図 示 の 2 し の 基 本 東 塩 倒 に 基 ん い ト 斑 1および第2の発明に係る2群ズーム光学系の権成およ

全系の合成無点距離

記号は、

r i (i=1~6): 物体回から教えて i 毎日のアング ・ドナンス

d<sub>i</sub> (i=1~6): 物体倒から数えた: 毎目の固固隔 n, (i=1~3): 物体回から数えて; 毎日のレング 面の曲率半径

の光学材料の田护母

(4)

(9)

っ"(111~3):包存包かの数スト:梅田のフンズ の光針ななのアッス数

を散すものとする。

の基本構成例に係る2 韓メーム光学系は、図1に示すよ 【0025】図1は、本発明に係る2群メーム光学系の 第1の基本構成例を示す光学系配配図である。この第1 うに、物体包(図1上で左回)に配置された負の屈折率 を砕つ第1レンメ1と、適宜の絞り Sを挟んでその後方 された正の屈が卑を砕し祭2ァンズ2とにより圧の屈が 力や右する哲群レンメ群(1、S、2)を構成し、所依 S、2)の後方に配置され且し後の風が奇を持り知3ァ ング3により後群レンズ群を構成した2群3枚構成の光 (像側) に所定の軸上関隔 (d2 + d3) を隔てて配置 **学系配置を移し2群メーム光学Kとして構成されてい の口疚看上笆窿 qg を配わたいの哲辞ワン火群(1、** 

【0026】 10岩合、図形図では、供17ン火1の塩 苧の図示倒の2 群メーム光学米では、例えば図1に示す るときに2群ズーム光学系の短焦点距離を実現し、この **庇されることになる。そして、このようなレンズ配置を** 状態を初期状態(所定位置)となし、この初期状態にあ **状態かの、哲辞ワンメ群(1、8、2)と後辞ワンメ群** (3) との可数軸上間隔dg を欲めながの、 屆フング群 (1、S、2)、 (3) を同期的に物体図 (後群レンズ 上厚d゚が、第2レンズ2の軸上厚d。 よりも大きく設 **詳3が像面Fから離れる方向)に移動させることによ** グを行うように構成されている。

折率が変化するアキシャルタイプの屈折率分布型レンズ 【0027】ところで、第1の基本構成例に係る2群ズ **一ム光学系では、先頭の第1レンズ1を、光軸方向に屈** として構成し、第2 アンズ2 および第3 レンズ3 巻、い ずれも屈折串が一様な媒質から成る均質媒質型レンズと した権权したいる。 【0028】この場合、年1レンメ1は、その物体回面 形成され、また、第2レンズ2は、その物体側面 r.g が **ら右囟)に凸泪を向けた形器「困凸フンメ」として形成** けた、形體「西回レンズ」とした形成なれたいる。この ように、第1フンズ1のフンズ形状をメースカメ形状に 物体側に凸面を向け且のその像側面 1.4 が像側(図1上 され、さらに、従3フン×3は、その包存図旧 re が色 体包に凹泊を向け且しその像包面でが物倒に凹形を向 形成したのは、絞りSの前後で発生する収差を相殺して r , が物体側に凸面や向けた苺メニスカメレンメとした 酷収益を良好に補正するためである。

シャルタイプの屈折母分布型 ワンズは、第1 ワンズ10 [0029] ところで、第1レンズ1に用いられるアキ 物体回から数えて:毎日に位置する屈が母分布を示すロ

 $n_1$  (x)  $= N_0 + N_1 \cdot x + N_2 \cdot x^2 + N_3 \cdot x^3 + N_4 \cdot x^4$ 

但し、x :物体側頂点 (第1レンズの物体側面r,と No:物体側頂点における屈折率

で規定されるような屈折率分布型レンズとして形成され N1、 N2、 N3、 N4 : 阻抗母分书保数

の物体側面と光軸との交点のd線およびg線の屈折率を 【0030】加えて、この屈折辱分布型 レンダでは、そ それぞれndob およびngob とし、また、像側面と前配 光軸との交点のd線およびg線の屈折率をそれぞれn dia およびngia とし、さらに、△ッgu を、

と症機したとき、第1レンズに関して

の数式を微足するような屈折率分布型レンズとして構成  $0.7 < \triangle v_{g-d} < 0.85 \cdots (1)$ 

【0031】このように、第1レンズ1にアキシャルタ

の物体側面および像側面での屈折作用に加えて光軸方向 に屈折率を変化させ得ることから、球面収差・非点収差 ・蚕曲収差・コマ収差・色収差に対する収差補正設計の 自由度を、均質媒質型レンズを用いた場合よりも増すこ イプの屈折率分布型レンズを用いたのは、第1レンズ1 とが可能になるからである。 [0032]また、この第1レンズ1に(1)式の条件 ズ1の光軸方向のどの部分で、主に色収差を補正するの **を付したのは、メニメカメ形状の紙1アンズ1の凹ា画** の分散を凸面側よりも大きくすることで色収差を良好に 布の効果を増すために比較的厚いレンズとなる第1レン 桶圧するためであり、△ッ<sub>g-d</sub>の枠つ意味は、屈折率分 がよいかを示すものである。

も大きくなると、瞳に対する対称性が崩れて、短焦点距 きには、絞りSに近いレンズ米全米の中心部で補正する が大きくなって、既存の光学材料の物性から必要な性能 ことができて都合がよい。しかし、△ぃ┏┛が0.85より る。また、△v<sub>g-d</sub>が0.7 より小さくなると分散の勾配 を有する光学材料を安価に入手することができないとい 【0033】この場合、△ッ<sub>g-d</sub> が0.85よりも小さいと 雑回の倍率色収差(g-q)の補正が著しく困難にな うコスト上の問題を生じる。

2) で発生する色収整を実用上差し支えのない一定の甑 2 群ズーム光学系では、移動するレンズ群毎に色収整を (0034] この (1) 式は、芭舞レンズ群 (1、S、 **囲内に抑えるような役割を果すものである。ところで、 南正しておくことが原則で、教式的には** 

$$\begin{bmatrix} 1 & & & & \\ & & & \\ & f_1 & v_1 & & \end{bmatrix}$$

が熨状される。

正であるため、色収差の補正には f, が正・負 2 種類の 2枚のレンズが必要になる。本発明では、後群レンズ群 【0035】この場合、〃,は、光学材料の性質上常に め、後群レンズ群では色収差の補正が原理的に不可能に を単レンズである第3 レンズ3 だけで構成しているた

群レンズ群 (第1レンズ1、核りS、第2レンズ2) む ようにしても、これだけで全系の色収差を良好に保持す 【0036】そのため、前述したような方法を用いて前 の色収差を実用上差し支えのない一定の範囲内に抑える ることは難しい。そこで図示例では、第3レンダ3の光 学材料のアッパ数。。に、

なる条件を与えることにより、後群レンズ群3における き、上記(1)式との相乗効果により全系の色収差を良 上記(2)式の値を実用上小さな値に抑えることがで 好に補正することができる。 ν₃≧ 55 ... (3)

[0037] この(3)式の条件を外れた場合には、近

困難になる。以下に、第1の基本構成例に係る具体的実 施例1の各データを記載し、この具体的突施例1に関す る球面収差・非点収差・虿曲収整・コマ収整を、各焦点 7.2)、長魚点距離 (f=60.2mm, F<sub>NO.</sub> 8.6) 毎に図 **距離(Fナンパ)毎に、即ち、烟瓶点距離(f=40.0m** m, F<sub>NO.</sub> 5.7)、中間魚点距離(f=50.3mm, F<sub>NO.</sub> 3~図14にそれぞれ描げる。

関で倍率色収整が大きな値となり、高性能にすることが

軸の色収塑がメーミングで大きく変動する、短焦点距離

[0038]また、第1の基本構成例に係る具体的実施 例2の各データを以下に配載し、この具体的英施例2に 関する球面収差・非点収差・歪曲収差・コマ収差を、各 **棋点距離 (Fナンパ) 毎に、即ち、短棋点距離 (f=4** NO. 7.2)、 **吳**魚点距離(f=60.1mm, F<sub>NO.</sub> 8.6) 毎 0.0mm, F<sub>NO.</sub> 5.7 )、中間焦点距離 (f=50.2mm, F に図15~図26にそれぞれ掲げる。

[0039]

# 人具存的政権的 1→

f=40~60m.

0.80			78.557		81,600	
A V and	,		72	,	2	,
n <sub>1</sub> n <sub>1</sub> (x)	•		1.50903		1.49700	
ig	•		22		ű	•
6. 502	3. 903	5. 650	2. 647	可数阻隔	1.000	
-	چ.	-e	<b>.</b> ~	, 4c	<del>۔</del>	,
20.766	14. 288	((A)) 80 (B)	196.073	-14,941	-18.831	194, 350
-	٠ 2	7	2	7	Į.	

ţ	40.0	50.3	60.2
P,10.	2.3	1.2	9.8
d <sub>5</sub>	19.603	14, 135	10.602

N4	4780×10 <sup>-</sup>	5229×10
Ng	d(3) 1. 57369-0. 3374×10 <sup>-1</sup> -0. 7855×10 <sup>-3</sup> 0. 1475×10 <sup>-3</sup> 0. 4780×10 <sup>-4</sup>	$\lfloor 6801 \rfloor 1.58944 - 0.3128 \times 10^{-1} - 0.1680 \times 10^{-2} \mid 0.2104 \times 10^{-3} \mid 0.525 $
МZ	$-0.7855 \times 10^{-3}$	-0.1680×10 <sup>-2</sup>
N	-0.3374×10 <sup>-1</sup>	$-0.3128\times10^{-1}$
NO	1.57369	1.58944
	[雅](x)[r]	[ggg]

[0040]

## ★以本的供給例2>

 $f = 40 \sim 60 \text{ ms}$ ,  $F_{N0.} = 5.7 \sim 8.6$ 

92

Į.	25.017	Iр	8. 466	lu	(x) lu lu		۵ سمرا ۵	0.1
		<b>ئ</b>	992	•			3 Ø	
<b>.</b>	((政) 8	-6	6. 558					
5.	_		2.714	6	1. 57503	8	64	89
r4		. Ą.	山東西和				•	
r.	-19, 190	, <del>-</del> £	1.000	£	1.49700	8	2	9.
ľa	155. 471	,		•			•	

15 30 30

		No	N <sub>1</sub>	ZN.	8N	¥ N
n, (x	[ <b>8</b>	1.58254	$-0.3526 \times 10^{-1}$	$_{4}$ [d48] 1. 56254 -0. 3526×10 <sup>-1</sup> -0. 1439×10 <sup>-3</sup> 0. 7932×10 <sup>-4</sup> 0. 2886×10	0.7932×10 <sup>-4</sup>	0. 2886×10
	[649]	1.58513	-0.3180×10 <sup>-1</sup>	841]1. 58513 -0. 3180×10 <sup>-1</sup> -0. 1313×10 <sup>-3</sup> 0. 1567×10 <sup>-3</sup> 0. 3175×10	0.1567×10 <sup>-3</sup>	0.8175×10

【0041】本発明の第2の基本構成例に係る2群メーム光学来は、図2に示すように、物体回に配置された正の固折率を持つ第1レンメ1と、適宜の数り3を投んでその後力に所定の離上間隔 (42 + 43) を届てて配置された正の固が単を持つ第2レンメ2とにより正の囲が力を有する前群レンメ群 (1、S、2) を構成し、所定の可変軸上間隔 4。を属ててこの計群レンメ群 (1、S、2)の後方に配置された配置されたの指数レンメ群 (1、S、2)の後方に配置され且の負の阻が率を持つ第3レンメ3により後群に配置され且の負の阻が率を持つ第3レンメ3により後群とレス指数を持つに、半系配置を持つ2群メーム光学系として構成されてい

【0042】この場合、図示例では、第1の基本構成例の場合とは遊に、第2レンメ2の亀上層点。が第1レンメ1の亀上層点。が第1レンメ1の亀上層点。が第1レンメして、第2の基本構成例に係る2群メーム光学派でも、第1の基本構成例の場合と同様に、図1に示す状態から、前年レンス群(1、S、2)と後群レンス群はおよび後軽レンズ群(1、S、2)と後群レンズ群はおよび後軽レンズ群(1、S、2)と後離レンズ群はおよび後軽レンズ群(1、S、2はよび3)を回避的のものにも、後軽レンズ群が後間下から離れる方向)に移動させることにより、短点点距離回から東流点距離回くの野斑のメーミングを行うことになる。

[0043]ところで、第2の基本構成例に係る2群ズーム光学Kでは、第1アンX1および第3アンX3を、いずわも囲作単が、1世界な媒質から成る均質媒質型アンXでずわる問題を開発を

として構成し、第2レンズ3を、光粒方向に屈が卑が変化するアキシャルタイプの屈が卑分布型ワンズとして精

[0044]にの場合、第1アンメ1は、その物体園田 r j が物体園に白田や向けた単メーメタメアンメセム 形成され、また、第2アンメ2は、その像園田 r j が像園に白田や向けた単メーンタメアンメセした形成され、ならに、第3アンメ3は、第1の基本業長風の場合で面積に、その物体園面 r g が像国 n g が移体図に回間を向け担っその像園面 r g が像園に回間を向けて「周田アンメ」として形成されている。このように、第1アンメ1および第2アンメ2のも々のアンメ形状や、耳いに沿向きのメーメカン形状に形成したのは、数9Sの危後の発生する反約や在幾くに轄反数を良好に推正するためらあ。

10045】なん、第27メス2に届いるカンスラン。 [0045]なん、第27メス2に届いるカンチンナー アタイプの屈が母分布型フンズは、第27メス20参存 国から数えた:毎日(10契格圏の場合、2 毎日)に位 関する屈だ母分布を示す 1 (x) が、

nj (x) = N<sub>0</sub> + N<sub>1</sub>·x + N<sub>2</sub>·x<sup>2</sup> + N<sub>3</sub>·x<sup>3</sup> + N<sub>4</sub>·x<sup>4</sup> 同し、x : 珍存回原点(第2 レンメの砂存回暦・3 字軸 ワケシ本の、かで字軸でから下開票

ている。 【0046】加えて、この屈折學分布型レンズでは、その物体側面と光軸との交点の4線および8線の屈折率をそれぞむnaob およびnaob とし、また、像側面と前配

光軸との交点のd線およびg線の屈折率をそれぞれn

iim およびngim とし、さらに、△ッg-d を、

で規定されるような屈折率分布型レンズとして形成され

(8)

と定義したとき、前記第2レンズに関して 1.6 < △ ▽ ゚ ┛ < 1.8 ··· (4) の数式を適足するような屈が等分布型ワンズとした構成 セカナこx 【0047】このように、第2レンズ2にアキジャルダイブの困が部分布型レンズを用いたのは、第1の基本構成例の場合の考え方と同様に、第2レンズ2の物体側面および像側面での屈が作用に加えて光軸方向に屈が率を変化させ得ることから、映画収差・非点収差・盈曲収差・コマ収差・色収差に対する収差補正設計の自由度を、均質媒質型レンズを用いた場合よりも増すことが可能になるからである。

【0048】また、この第2レンズ2に (4) 式の条件を付したのは、メニスカス形状の第2レンズ2の回面側の分散を凸面側よりも大きくすることで色収蓋を良好に補正するためであり、△ v g の p の簿では、屈が率分布の効果を増すために比較的呼いレンズとなる第2レンズ2の光軸方向のどの部分で、主に色収差を補正するのがよいかを示すものである。

本権成例の場合と同様に、分散の勾配が大きくなって、 既存の光学材料の物性から必要な性能を有する光学材料 を安価に入手することができないというコスト上の問題 【0050】なお、後群レンズ群(第3レンズ3)における色収差の発生を極力抑えるようになし、(4)式との相乗効果により全条の色収差を良好に補正するために、第3レンズ3の光学材料のアッベ数。。 に、前述し

v3 ≧ 55 ····(3) なる条件を与えることが好ましいのは、第1の基本構成

例のケースと回様である。

[0051]以下に、第2の基本構成例に係る具体的技 施例3の各データを配載し、この具体的実施例3に関す る球面収差・非点収差・歪曲収路・コマ収益を、各無点 距離 (Fナンパ) 毎に、即ち、超無点距離 (f=40.2m m, Fox 6.2)、中間無点距離 (f=50.7mm, Fox 7.9)、長無点距離 (f=60.2mm, Fox 2.7~図38にそれぞれ掲げる。

[0052] また、第2の基本構成例に係る具体的契節 例4の各データを以下に配載し、この具体的契節例4に 関する球面収発・非点収整・強曲収验・コマ収整を、各 無点距離(Fナンパ)毎に、即ち、短無点距離(f=4 0.0ma, F<sub>NO</sub>6.2)、中間無系距離(f=60.00m, F<sub>NO</sub>9.3) NO 7.8)、 要無点距離(f=60.00m, F<sub>NO</sub>9.3) 毎に図39~図50にそれぞれ掲げる。

[0053]

# ▲現存的政協例3~

46, 795 81.600 88 Δ ν g-d 2.  $R_{NO.} = 6.2 \sim 9.$ n2 (£) 49700 1.80362 23 ဌာ 15.116 可変間隔 2, 152 1, 221 1.014 1.09 \$ ₹  $f = 4.0 \sim 6.0 m$ 8(数) 33. 88 116, 217 -22, 459 -24. 279 -31.230 2 7 <sub>د</sub>ی ي

50.7 80.2	7.9 8.3	13.949 8.17
40.2	6.2	23.528
ſ	P <sub>NO.</sub>	ş

222, 508

		N <sub>0</sub>	N <sub>1</sub>	Z N	NS	Ŋ
3	[d鞭]	1.52273	$2^{(4)}$ [d#] 1. 52273 0. 4507×10 $^{-2}$ 0. 8140×10 $^{-3}$ 0. 1837×10 $^{-4}$ 0. 1860×10 $^{-4}$	$0.8140 \times 10^{-3}$	$0.1837 \times 10^{-4}$	0.1860×10
	[8集]	1.54576	[688] 1. 54576 0. 3962 × 10 <sup>-2</sup> 0. 4573 × 10 <sup>-3</sup> 0. 5362 × 10 <sup>-4</sup> -0. 6065 × 10 <sup>-4</sup>	$0.4573 \times 10^{-9}$	0.5362×10 <sup>-4</sup>	-0.6065×10

[0054]

(10)

## 人口在的附属的4岁

f=40~60m

F<sub>N0,</sub>=6. 2~9. 3

	49.955			1.73		81.600	
	48			Δ ν σ 1	,	<u>~</u>	
	1,1	'		4		7.	•
	1.77368			(X)		1. 49700	
	1 1		-	5°	)	£.	,
	1.053	3.834	1.178	14. 691	可数四部	1.000	
-	Ĭρ	ş	-g:	· 27	-gc	æ	
	896 '52	63. 206	∞ ( <b>8</b> 8.7)	-28. 468	-25. 251	-25. 537	149 899
	l,	۵,	`~	27	-	ص	

80.0	8.6	7.97
50.5	7.8	12.404
40.0	8.2	19.748
ſ	PNO.	g.

		N <sub>0</sub>	, K		N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	N
12(E)	[d#]	1.48506	-0. 1635	$\times 10^{-1}$	$0.2855 \times 10^{-2}$	$0.8820 \times 10^{-4}$	$^{1}$ 2 $^{(4)}$ [483] 1. 48508 -0. 1635 $\times$ 10 $^{-1}$ 0. 2855 $\times$ 10 $^{-2}$ 0. 8620 $\times$ 10 $^{-4}$ -0. 6103 $\times$ 10 $^{-5}$
	<b>E</b>	1,51357	-0.2114	×10-1	$0.3011 \times 10^{-2}$	$0.1178 \times 10^{-3}$	$[2893]1.51357 - 0.2114 \times 10^{-1}[0.3011 \times 10^{-2}]0.1176 \times 10^{-3}] - 0.7710 \times 10^{-6}$

いた2群メーム光学系の優秀さを物語って余りあるもの 各収整図は、本発明に係る第1、第2の基本構成例を用 第2の基本構成例の場合にも、各々の収整図に示すよう に、各具体的契施例とも短無点距離、中間無点距離、長 焦点距離のそれぞれに亘って、球面収益・非点収益・鉛 曲収盤・コマ収数がいずれも良好に補正されていること が分かる。そして、哲述した2つの基本構成例に関する とガえる。

が、本発明はこれに限定されるものではなく、その要旨 を逸脱しない範囲内において、種々に変形契施すること [0055]以上、図示の状態図に描んにた説明した

[0056] がてなる。

**ーム光学系では、光学系の先頭に配置された前群レンズ** い、且の、残り2枚のフンズに屈が率が一様な媒質から [発明の効果] 以上述べたように、本発明に係る2群ズ **酢を構成する負の屈折率を持つ第1レンメまたは正の屈 戸路や歩し従 2 フンメの 2 ずれか 5、光電 方向 7 屈 左略** が変化するアキシャルタイプの屈折率分布型ワンズを用 成る均質媒質型ワンズを用いることにより、 2 群3枚の 構成にも拘らず、従来の2時3枚の構成の2群メームレ ンズに兄んた、映画収益・半点収益・角曲収粒・コマ収 盤・色収益等がいずれも良好に補正され、しかも、コン パクト化されたメーム光1.5(紙点距離1=40目~ 60m)、F<sub>NO.</sub> が約6~9クラスの2群ズーム光学系 を攻現することができる。

【0051】なお、本発明の2群メーム光学米の後群レ 式のように設定した場合には、いずれの基本構成例の場 ンメ群や構成する祭3 フンメのアッス数~3 か、(3) 合にも、色収整の発生をより小さく抑えることができ

|図画の簡単な説明|

|図1] 本発明に係る2群ズーム光学系の第1の基本構 **式例を示す光学系配價図である。** 

[図2] 本発明に係る2群メーム光学系の第2の基本構 哎例を示す光学系配置図である。

面収整を示す収整図である。なお、図中における実線は 「d」 はd線に対する収整を、「g」はg線に対する収 |図3||第1の基本構成例に係る具体的実施例1の短側 **点距離(焦点距離 f = 40.0mm, F № 5.7 )における球 球面収差を、破線は正弦条件をそれぞれ示し、また、** 

[図4] 第1の基本構成例に係る具体的実施例1の短焦 **点距離における非点収差を示す収差図である。なお、図** 中における実験はサジタルを、破線はメリジオナルをそ **整をそれぞれ示す。以下の各図において同じ。** たぞれ示す。 以下の各図において同じ。

[図5] 第1の基本構成例に係る具体的実施例1の短無 点距離における強曲収整を示す収整図である。

【図6】第1の基本構成例に係る具体的英施例1の短焦 点距離におけるコマ収差を示す収差図である。

【図7】 第1の基本構成例に係る具体的実施例1の中間 焦点距離 (焦点距離 f = 50.3mm, F<sub>NO.</sub> 7.2 ) における ※面収 差を示す収 差図である。 [図8] 第1の基本構成例に係る具体的実施例1の中間 **其点距離における非点収差を示す収差図である。** 

[図9] 第1の基本構成例に係る具体的実施例1の中間 **県点距離における強曲収差を示す収差図である。** 

|図11| 第1の基本構成例に係る具体的実施例1の長 [図10] 第1の基本構成例に係る具体的実施例1の中 3.魚点距離におけるコマ収整を示す収差図である。

焦点距離 (F<sub>NO.</sub> 8.6) における球面収差を示す収差図

[図12] 第1の基本構成例に係る具体的実施例1の長 **焦点距離における非点収差を示す収差図である。** 

[図13] 第1の基本構成例に係る具体的実施例1の長 焦点距離における歪曲収整を示す収整図である。

[図14] 第1の基本構成例に係る具体的実施例1の曼 焦点距離におけるコマ収差を示す収差図である。

【図15】 第1の基本構成例に係る具体的実施例2の短 焦点距離 (f=40.0mm, F<sub>NO.</sub> 5.7) における球面収登 を示す収差図である。 |図16] 第1の基本構成例に係る具体的実施例2の短 焦点距離における非点収差を示す収差図である。

【図17】第1の基本構成例に係る具体的実施例2の短 焦点距離における蛋曲収差を示す収差図である。

[図18] 第1の基本構成例に係る具体的実施例2の短 焦点距離におけるコマ収差を示す収差図である。

【図19】第1の基本構成例に係る具体的実施例2の中 間焦点距離 (f=50.2mm, F<sub>NO.</sub>7.2) における球面収 楚を示す収差図である。

【図20】第1の基本構成例に係る具体的実施例2の中 【図21】 第1の基本構成例に係る具体的実施例2の中 【図22】 第1の基本構成例に係る具体的実施例2の中 間焦点距離における非点収差を示す収差図である。 間焦点距離における歪曲収差を示す収差図である。

[図23] 第1の基本構成例に係る具体的実施例2の長 焦点距離 (f=60.1mm, F<sub>NO.</sub>8.6) における球面収整 間焦点距離におけるコマ収差を示す収差図である。 を示す収差図である。

|図25| 第1の基本構成例に係る具体的実施例2の長 [図26] 第1の基本構成例に係る具体的実施例2の長 [図24] 第1の基本構成例に係る具体的実施例2の長 **魚点距離における歪曲収整を示す収差図である。** 焦点距離における非点収整を示す収整図である。

|図27||第2の基本構成例に係る具体的実施例3の短 **焦点距離 (f=40.2mm, F<sub>NO.</sub> 6.2 ) における球面収整 焦点距離におけるコマ収差を示す収差図である。** を示す収差図である。

[図28] 第2の基本構成例に係る具体的実施例3の短 【図29】第2の基本権成例に係る具体的実施例3の短 **焦点距離における非点収差を示す収差図である。** 焦点距離における歪曲収差を示す収差図である。 【図30】第2の基本構成例に係る具体的実施例3の短 【図31】第2の基本構成例に係る具体的実施例3の中 **間無点距離(f=50.7mm,F<sub>NO.</sub>7.9)における球面収** 焦点距離におけるコマ収差を示す収差図である。

[図33] 第2の基本構成例に係る具体的実施例3の中 【図32】第2の基本構成例に係る具体的実施例3の中 間魚点距離における非点収差を示す収差図である。 間魚点距離における蛮曲収差を示す収整図である。

差を示す収差図である。

【図35】第2の基本構成例に係る具体的変施例3の要 【図34】第2の基本構成例に係る具体的実施例3の中 間焦点距離におけるコマ収整を示す収整図である。

【図36】第2の基本構成例に係る具体的実施例3の長 **棋点距離(f=60.5㎞,Fwc 9.3)における球囲収拠** を示す収整図である。

【図37】第2の基本構成例に係る具体的実施例3の長 [図38] 第2の基本構成例に係る具体的実施例3の展 **県点距離における歪曲収差を示す収差図である。** 

焦点距離における非点収差を示す収差図である。

[図39] 第2の基本構成例に係る具体的東施例4の短 焦点距離におけるコマ収差を示す収差図である。

【図40】 第2の基本構成例に係る具体的英施例4の短 無点距離(f=40.0mm, F<sub>NO</sub> 6.2)における球面収益 を示す収整図である。

焦点距離における非点収差を示す収整図である。

【図41】第2の基本構成例に係る具体的玻施例4の短 【図42】第2の基本構成例に係る具体的実施例4の短 焦点距離における蛩曲収整を示す収整図である。

【図43】第2の基本構成例に係る具体的変施例4の中 間焦点距離 (f=50.5mm, F<sub>NO.</sub>7.8) における球面収 焦点距離におけるコマ収差を示す収整図である。 楚を示す収整図である。

【図44】 第2の基本構成例に係る具体的実施例4の中 間焦点距離における非点収差を示す収整図である。

【図45】第2の基本構成例に係る具体的英施例4の中 間焦点距離における蛮曲収整を示す収差図である。

【図46】第2の基本構成例に係る具体的実施例4の中 間魚点距離におけるコマ収差を示す収差図である。

[図47] 第2の基本構成例に係る具体的実施例4の長 棋点距離 (f=60.0mm, F<sub>NO.</sub>9.3) における球面収整 を示す収差図である。 [図48] 第2の基本構成例に係る具体的実施例4の畏 [図49] 第2の基本構成例に係る具体的変施例4の長 **焦点距離における非点収整を示す収整図である。** 

【図50】 第2の基本構成例に係る具体的実施例4の畏 **焦点距離におけるコマ収整を示す収整図である。 熊点距離における虿曲収差を示す収整図である。** 

【図51】従来の2群3枚構成の2群ズーム光学系の構 成を示す光学系配置図である。

【符号の説明】

- 採177% 8年 0

2 年277人 数り

(1、8、2) 哲辞レンズ群

3 第3フンズ (後群フンズ群) 食田

